

## LABORATORIUM FIZYKI OGÓLNEJ SPRAWOZDANIE Z CWICZENIA NR 53

**TEMAT:** Sprawdzanie prawa Ohma dla prądu przemiennego.

### 1. OPIS TEORETYCZNY.

Jezeli do zacisków układu złożonego z szeregowo połączonych: rezystancji R, pojemności C i indukcyjności L przyłożymy siłę elektromotoryczną sinusoidalnie zmienną:

$$E = E_0 \sin \omega t,$$

to w układzie popłynie prąd sinusoidalnie zmienny o natężeniu:

$$I = I_0 \sin (\omega t + \varphi),$$

gdzie

$\varphi$  - przesunięcie fazowe między natężeniem prądu a siłą elektromotoryczną.

Miedzy  $I_0$  i  $E_0$  zachodzi związek:

$$I_0 = E_0 / Z.$$

Powyższa zależność przedstawia prawo Ohma dla prądu przemiennego. Łatwo zauważyć, że rolę rezystancji w tym układzie prądu przemiennego spełnia Z zwane zawadą. Można wykazać, że jej wartość w takim układzie wynosi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$$

Jezeli obwód składa się z połączonych szeregowo rezystancji R i indukcyjności L wówczas zawadę możemy opisać wzorem:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}.$$

Przekształcając ten wzór możemy wyznaczyć indukcyjność L:

$$L = 1/2\pi f \sqrt{(U/I)^2 - (R_L + R)^2}.$$

W przypadku obwodu zawierającego rezystancję R i pojemność C zawada wyraża się wzorem :

$$Z = \sqrt{R^2 + (1/\omega C)^2}$$

Na podstawie tego wzoru możemy wyznaczyć pojemność C:

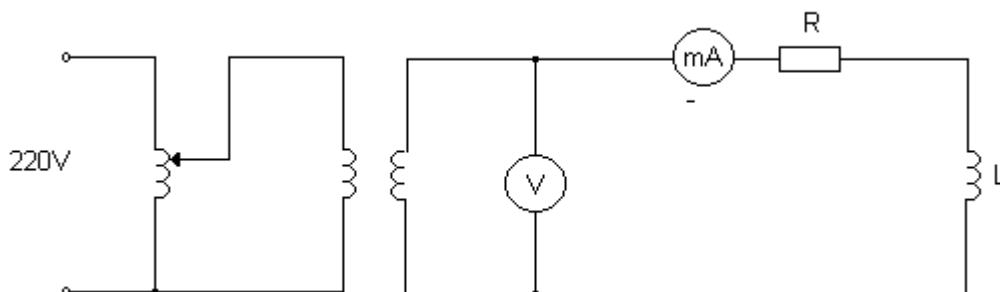
$$C = (2\pi f \sqrt{(U/I)^2 - R^2})^{-1}$$

### 2. PRZEBIEG CWICZENIA.

- Wyznaczenie indukcyjności cewek w układzie RL
- Wyznaczenie pojemności kondensatorów w układzie RC
- Sprawdzenie słuszności prawa Ohma dla prądu zmiennego.

### 3. SCHEMATY I TABELE POMIAROWE.

#### OBWÓD RL



	U V	$\delta U$ %	I mA	$\delta I$ %	L H	$\delta L$ %	$\phi$ °	$\delta \phi$ %
$R_1 L_2$	20	0.15	28.5	0.25	0.83	0.1	21.7	2.4
	22	0.15	31.3	0.25	0.84	0.09	21.9	2.2
	25	0.15	35.8	0.25	0.79	0.08	21.0	2.0
$R_2 L_2$	20	0.15	35.9	0.25	0.77	0.06	25.7	1.8
	22	0.15	39.4	0.25	0.78	0.05	25.9	1.6
	25	0.15	44.6	0.25	0.79	0.05	26.4	1.4
$R_1 L_3$	20	0.15	29.2	0.25	1.03	0.07	28.3	1.8
	22	0.15	32.1	0.25	1.04	0.06	28.4	1.6
	25	0.15	36.6	0.25	1.02	0.06	28.0	1.5
$R_2 L_3$	20	0.15	36.2	0.25	1.01	0.04	34.9	1.3
	22	0.15	40.0	0.25	0.99	0.04	34.5	1.2
	25	0.15	45.8	0.25	0.97	0.03	33.9	1.1

$$R_1 = (450 \pm 1) \Omega$$

$$R_2 = (300 \pm 1) \Omega$$

$$R_{L3} = (153 \pm 1) \Omega$$

#### WZORY I OBLICZENIA

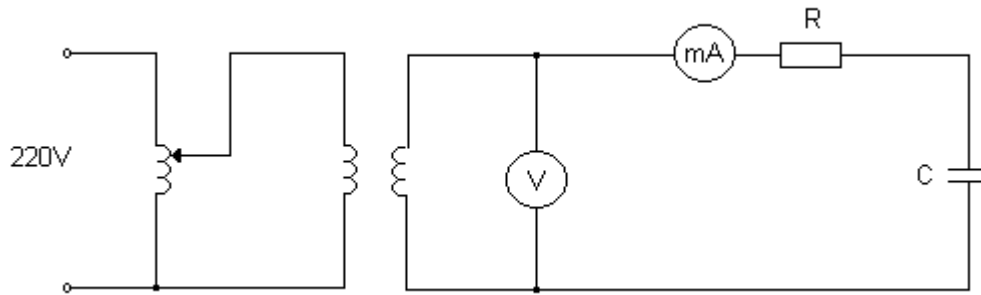
$$L = 1/2\pi f \sqrt{(U/I)^2 - (R_L + R)^2} = 1/314 \sqrt{(27.5/0.043)^2 - 587^2} = 0.81 \text{ H}$$

$$\Delta L = \frac{U^2}{314 I^2 \sqrt{R^2 I^2 + U^2}} \Delta I + \frac{U}{314 I \sqrt{R^2 I^2 + U^2}} \Delta U + \frac{RI}{314 \sqrt{R^2 I^2 + U^2}} \Delta R =$$

$$= \frac{27.5^2}{314 * 0.043^2 \sqrt{(587 * 0.043)^2 + 27.5^2}} * 0.0004 + \frac{27.5}{314 * 0.043 \sqrt{(587 * 0.043)^2 + 27.5^2}} * 0.2$$

$$+ \frac{587 * 0.043}{314 \sqrt{(587 * 0.043)^2 + 27.5^2}} * 2 = 0.03 \text{ H}$$

## OBWÓD RC



	U	$\delta U$	I	$\delta I$	C	$\delta C$	$\phi$	$\delta \phi$
	V	%	mA	%	$\mu F$	%	$^\circ$	%
$R_1 C_{22}$	20	0.15	27.7	0.25	5.64	0.16	-51.4	0.8
	22	0.15	30.7	0.25	5.71	0.15	-51.1	0.8
	25	0.15	34.8	0.25	5.68	0.13	-51.2	0.7
$R_1 C_{23}$	20	0.15	19.3	0.25	3.41	0.08	-64.3	0.6
	22	0.15	21.3	0.25	3.42	0.08	-64.2	0.6
	25	0.15	24.1	0.25	3.40	0.07	-64.3	0.5
$R_2 C_{22}$	20	0.15	31.0	0.25	5.57	0.12	-62.3	0.6
	22	0.15	34.3	0.25	5.61	0.10	-62.1	0.5
	25	0.15	39.0	0.25	5.62	0.10	-62.1	0.5
$R_2 C_{23}$	20	0.15	20.2	0.25	3.37	0.08	-72.4	0.4
	22	0.15	22.3	0.25	3.39	0.07	-72.3	0.4
	25	0.15	25.3	0.25	3.38	0.06	-72.3	0.3

$$R_1 = (450 \pm 1) \Omega$$

$$R_2 = (300 \pm 1) \Omega$$

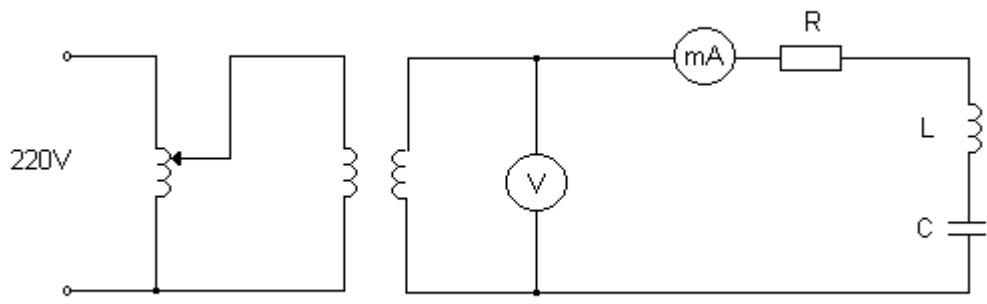
### WZORY I OBLICZENIA

$$C = (2\pi f \sqrt{(U/I)^2 - R^2})^{-1} = (314 \sqrt{(9/0.016)^2 - 400^2})^{-1} = 8.05 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta C = \frac{\Delta I}{314 \sqrt{U^2 - R^2 I^2}} + \frac{I^2 R^2 \Delta I + UI \Delta U + I^3 R \Delta R}{314 (U^2 - I^2 R^2)^{3/2}} =$$

$$= \frac{0.0004}{314 \sqrt{9^2 - (400 \cdot 0.016)^2}} + \frac{(0.016 \cdot 400)^2 \cdot 0.0004 + 9 \cdot 0.016 \cdot 0.2 + 0.016^3 \cdot 400}{314 \cdot (9^2 - (400 \cdot 0.016)^2)^{3/2}} = 6.7 \cdot 10^{-7}$$

## OBWÓD RLC



L.p.	U	$\Delta U$	$\delta U$	I	$\Delta I$	$\delta I$	Z	$\Delta Z$	$\delta Z$
	V	V	%	mA	mA	%	$\Omega$	$\Omega$	%
1	6.0	0.2	3	14.0	0.4	3	428.6	165.2	38
2	12.0	0.2	2	19.0	0.4	2	631.6	37.8	6
3	14.0	0.2	1	23.0	0.4	2	608.7	14.9	2
4	18.5	0.2	1	29.0	0.4	1	637.9	44.1	7
5	19.0	0.2	1	31.0	0.4	1	612.9	19.1	3
6	21.5	0.2	1	35.0	0.4	1	614.3	20.5	3
7	23.5	0.2	1	39.5	0.4	1	594.9	1.1	0
8	26.0	0.2	1	43.0	0.4	1	604.7	10.9	2
9	27.0	0.2	1	45.0	0.4	1	600.0	6.2	1
10	29.0	0.2	1	48.0	0.4	1	604.2	10.4	2
WARTOSCI SREDNIE							593.8	36.8	6

$$R = (400 \pm 1) \Omega$$

$$L = L3$$

$$C = C23$$

$$R_L = (153 \pm 1) \Omega$$

#### 4. SPIS PRZYRZADÓW.

1. Zestaw indukcyjności typ 2001 ZANiD
2. Zestaw pojemności typ LIF - 04 - 114 - 2 ZANiD
3. Opornik dekadowy kl. 0.1
4. Miliamperomierz prądu przemiennego kl. 0.5
5. Woltomierz napięcia przemiennego kl. 0.5
6. Autotransformator typ AM - 220

#### 5. UWAGI I WNIOSKI.

Z pomiarów w układzie RLC narysowałam zależność  $U=f(I)$ . Wykres aproksymowano prostą. Na podstawie kąta nachylenia tej prostej wyznaczyłam zawadę obwodu. Wynosi ona :

$$Z_1 = (593.8 \pm 36.8) \Omega$$

Zawada wyznaczona na podstawie obliczonych wartości L i C wynosi :

$$Z_2 = (560 \pm 10) \Omega.$$

Po uwzględnieniu błędów wartości zawady wyznaczonej z charakterystyki i na podstawie obliczonej pojemności i indukcyjności pokrywają się.

Ze względu na złożone zależności występujące w ćwiczeniu wartości indukcyjności i pojemności oraz ich błędy zostały obliczone za pomocą komputera metoda różniczki zupełnej.